

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

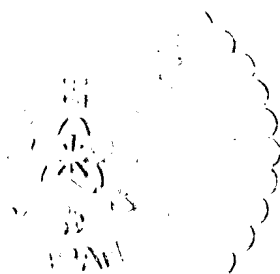
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   9 月   3 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 1 1 8 2 9  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 3 1 1 8 2 9 ]

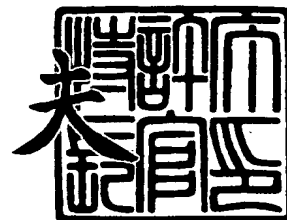
出   願   人            長   康 雄  
Applicant(s):        パイオニア株式会社



2 0 0 3 年 1 0 月   2 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 58P0397  
【提出日】 平成15年 9月 3日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01N 13/10  
G11B 9/02  
G11B 9/07  
G11B 15/00

【発明者】  
【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目4-5-304  
【氏名】 長 康雄

【発明者】  
【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内  
【氏名】 尾上 篤

【特許出願人】  
【識別番号】 501077767  
【氏名又は名称】 長 康雄

【特許出願人】  
【識別番号】 000005016  
【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100104765  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 江上 達夫  
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】  
【識別番号】 100107331  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 中村 聡延  
【電話番号】 03-5524-2323

【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2002-265925  
【出願日】 平成14年 9月11日

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 131946  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0104687  
【包括委任状番号】 0206498

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

誘電体材料に記録したデータを再生する誘電体再生装置であって、  
前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、  
前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、  
前記誘電体材料の分極状態に応じて発振する発振手段と、  
前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、  
前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段と

を備えることを特徴とする誘電体再生装置。

**【請求項 2】**

前記データ再生手段は、前記交流信号と前記復調手段により復調された信号との位相差に基づいてデータ再生を行うこと

を特徴とする請求項 1 に記載の誘電体再生装置。

**【請求項 3】**

前記データ再生手段は、前記復調手段により復調された相前後する 2 つのデータの位相を比較してデータ再生を行うこと

を特徴とする請求項 1 に記載の誘電体再生装置。

**【請求項 4】**

誘電体材料にデータを記録する誘電体記録装置であって、  
前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、  
前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、  
前記記録信号に重畳する交流信号を発生する交流信号発生手段と、  
前記記録交流信号が重畳された前記記録信号を前記探針に印加する印加手段と、  
前記誘電体材料の記録される分極状態に応じて発振する発振手段と、  
前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、  
前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段と

を備えることを特徴とする誘電体記録装置。

**【請求項 5】**

前記データ再生手段は、前記交流信号と前記復調手段により復調された信号との位相差に基づいてデータ再生を行うこと

を特徴とする請求項 4 に記載の誘電体記録装置。

**【請求項 6】**

前記データ再生手段は、前記復調手段により復調された相前後する 2 つのデータの位相を比較してデータ再生を行うこと

を特徴とする請求項 4 に記載の誘電体記録装置。

**【請求項 7】**

誘電体材料にデータを記録し再生する誘電体記録再生装置であって、  
(i) 再生装置として、  
前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、  
前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、  
前記誘電体材料の分極状態に応じて発振する発振手段と、  
前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、  
前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段と

を備え、

(ii) 記録装置として、

前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、

前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、

前記記録信号を前記探針に印加する印加手段と  
を備え、  
且つ、前記探針に対し、記録時と再生時の印加電圧を切り替える切り替え手段を備える  
こと  
を特徴とする誘電体記録再生装置。

【請求項 8】

前記切り替え手段は、前記探針に前記記録時には前記データを印加し、一方再生時には  
前記交流信号を印加する切り替えを行うこと  
を特徴とする請求項 7 に記載の誘電体記録再生装置。

【請求項 9】

当該誘電体記録再生装置は前記探針に前記交流信号を重畳する手段を備え、前記切り替  
え手段は、前記探針に前記記録時には前記データと前記交流信号を印加し、一方再生時  
には前記交流信号を印加する切り替えを行うこと  
を特徴とする請求項 7 に記載の誘電体記録再生装置。

【請求項 10】

前記データ再生手段は、前記交流信号と前記復調手段により復調された信号との位相差  
に基づいてデータ再生を行う  
を特徴とする請求項 7 に記載の誘電体記録再生装置。

【請求項 11】

前記データ再生手段は、前記復調手段により復調された相前後する 2 つのデータの位相  
を比較してデータ再生を行うこと  
を特徴とする請求項 7 に記載の誘電体記録再生装置。

【請求項 12】

前記探針は、前記データに対応して形成された前記誘電体材料の分極状態の相違に対応  
して相違する前記誘電体材料の容量を検出し、前記発振手段は、前記交流信号が印加され  
た状態で前記探針を介して検出された誘電体材料の容量によって周波数変調された信号を  
生成し、この信号を前記発振信号として出力することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のい  
ずれかに記載の誘電体再生装置。

【請求項 13】

前記誘電体材料は強誘電体材料であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 および 12 の  
いずれかに記載の誘電体再生装置。

【請求項 14】

前記探針は、前記データに対応して形成された前記誘電体材料の分極状態の相違に対応  
して相違する前記誘電体材料の容量を検出し、前記発振手段は、前記交流信号が印加され  
た状態で前記探針を介して検出された誘電体材料の容量によって周波数変調された信号を  
生成し、この信号を前記発振信号として出力することを特徴とする請求項 4 ないし 6 のい  
ずれかに記載の誘電体記録装置。

【請求項 15】

前記誘電体材料は強誘電体材料であることを特徴とする請求項 4 ないし 6 および 14 の  
いずれかに記載の誘電体記録装置。

【請求項 16】

前記再生装置における前記探針は、前記データに対応して形成された前記誘電体材料の  
分極状態の相違に対応して相違する前記誘電体材料の容量を検出し、前記発振手段は、前  
記交流信号が印加された状態で前記探針を介して検出された誘電体材料の容量によって周  
波数変調された信号を生成し、この信号を前記発振信号として出力することを特徴とする  
請求項 7 ないし 11 のいずれかに記載の誘電体記録再生装置。

【請求項 17】

前記誘電体材料は強誘電体材料であることを特徴とする請求項 7 ないし 11 および 16  
のいずれかに記載の誘電体記録再生装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】誘電体再生装置、誘電体記録装置及び誘電体記録再生装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、誘電体の微小領域に高密度で情報を記録し再生する誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置の技術分野に属する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より高密度大容量でランダムアクセスが可能な記録再生装置として、光ディスク装置やHDD (Hard Disc Drive) 装置が知られている。また、近年、誘電体材料をナノスケールで分析するSNDM (Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy: 走査型非線形誘電率顕微鏡) を利用した記録再生の技術について、本願発明者等によって提案されているところである。

## 【0003】

光記録はレーザを光源とした光ピックアップを用い、ディスク表面のピット(凹凸)や相変化媒体の結晶相を形成してデータを記録し、アモルファス相の反射率の違い、或いは光磁気効果を利用してデータの再生を行う。しかしながらピックアップは大きく高速読み出しに不適であることや、記録ピットの大きさは光の回折限界で規定され、 $50\text{ Gbit/inch}^2$  が限界とされる。

## 【0004】

また、HDDに代表される磁気記録の長手記録では近年、GMR (Giant Magnetic Resistance) によるMRヘッドが実用化されており、更に垂直磁気記録を用いることで光ディスク以上の記録密度が期待されているが、磁気記録情報の熱揺らぎや符号反転部分でのブロッホ壁の存在、更にこれらを考慮したパターンドメディアを用いても記録密度は $1\text{ Tbit/inch}^2$  が限界とされている。

## 【0005】

SNDMは強誘電体材料の非線形誘電率を測定することで強誘電体ドメインの正負を判別できる。更にAFM (Atomic Force Microscopy) 等に用いられる先端に微小な探針を設けた導電性のカンチレバー(プローブ)を用いることで、サブナノメートルもの分解能を有することがわかっている。SNDMはプローブとこれらに接続されたインダクタ及び発振器、更に探針直下の誘電体材料の容量と探針先端に近接して配置され、探針先端から誘電体材料を通過した交番電界が戻るためのリターン電極によって共振回路を形成していた。このように従来のSNDMは分析装置として設計されたものであり、信号検出には同期検波である、例えばロックインアンプが用いられてきた。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、このようなSNDMでは、特段に記録再生装置としての観点から開発がなされたものではなく、例えばロックインアンプによる信号検出では参照する交流信号と同期検波をするために時間を要するものであり、また、回路的にも大規模なものであった。

## 【0007】

従って本発明は、誘電体記録媒体にデータを記録し再生するSNDMを用いた誘電体再生装置、誘電体記録装置及び誘電体記録再生装置であって、高速に記録再生が可能であり、小型で集積化が可能な記録再生ヘッドを備えた装置の提供を課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

上記課題を解決するために請求項1に記載の発明は、誘電体材料に記録したデータを再生する誘電体再生装置であって、前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記誘電体材

料の分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段を備える誘電体再生装置であることを特徴とする。

#### 【0009】

また、請求項4に記載の発明は、誘電体材料にデータを記録する誘電体記録装置であって、前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号に重畳する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記記録交流信号が重畳された前記記録信号を前記探針に印加する印加手段と、前記誘電体材料の記録される分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段を備える誘電体記録装置であることを特徴とする。

#### 【0010】

また、請求項7に記載の発明は、誘電体材料にデータを記録し再生する誘電体記録再生装置であって、(i)再生装置として、前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記誘電体材料の分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段とを備え、(ii)記録装置として、前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号を前記探針に印加する印加手段とを備え、且つ、前記探針に対し、記録時と再生時の印加電圧を切り替える切り替え手段を備える誘電体記録再生装置であることを特徴とする。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

本発明の実施の形態について以下に説明する。

#### 【0012】

本発明の実施の形態に係わる誘電体再生装置は、誘電体材料に記録したデータを再生する誘電体再生装置であって、前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記誘電体材料の分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段とを備える。

#### 【0013】

本発明の誘電体再生装置によれば、誘電体材料に記録したデータを再生するための探針に、参照用の交流信号を印加し、探針直下の分極状態に対応する容量とインダクタとで形成される共振回路によりFM変調された発振信号をFM復調し、その復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生する。尚、本願において位相情報に基づいてデータを再生する復調を適宜「PSK (Phase Shift Keying) 復調」と記す。

#### 【0014】

FM復調によって復調された信号は、誘電体材料からなる誘電体記録媒体に記録された正負の分極ドメインに対応して、参照用の交流信号が位相シフトしたものとなり、これらの位相差は理論的に $\pi$ となる。即ち、正負の分極ドメインにおける微分容量変化は正負の符号が逆の関係になり、周波数変化は正負の分極ドメインとも同じであるが位相は $\pi$ ずれたものとなる。

#### 【0015】

この位相差を検出してデータを再生するため、再生速度がロックインアンプ等を用いた同期検波に比べて極めて高速になるものである。また、回路の規模も小さなもので実現でき、小型化、集積化が可能となる。更に探針を複数備えることもできる。この場合、参照用の交流信号は夫々の探針に対して異なるように設定され、また、夫々の信号が干渉しないようにフィルタで分離する必要がある。

#### 【0016】

また、小型化が可能であるため、探針と記録媒体である誘電体材料との相対的な位置の移動は、探針に対する記録媒体の移動、例えば回転移動の他に、記録媒体に対し探針を含めた再生ヘッドを移動する形態、例えばX-Y平面の直線移動をさせる形態を採ることができる。また、FM復調された信号強度からトラッキングのための信号を得ることができる。

#### 【0017】

本発明の実施の形態に係わる誘電体記録装置は、誘電体材料にデータを記録する誘電体記録装置であって、前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号に重畳する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記記録交流信号が重畳された前記記録信号を前記探針に印加する印加手段と、前記誘電体材料の記録される分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段を備える。

#### 【0018】

本発明の誘電体記録装置によれば、探針にデータと参照用の交流信号を重畳した電圧を印加し、その印加電圧による電界により誘電体材料の探針直下の領域を所定の方に分極させてデータを記録する。記録動作を行うと共に記録しながら再生を可能とし、記録状態を確認しながら記録動作を行うことができる。再生方法は上述したことと同様にFM復調の信号の位相情報に基づいて行われる。その他の作用効果は上述したことと同様である。

#### 【0019】

本発明の実施の形態に係わる誘電体記録再生装置は、誘電体材料にデータを記録し再生する誘電体記録再生装置であって、(i)再生装置として、前記データに対応した前記誘電体材料の分極状態を検出する探針と、前記探針に印加する交流信号を発生する交流信号発生手段と、前記誘電体材料の分極状態に応じて発振する発振手段と、前記発振手段による発振信号を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号の位相情報に基づいてデータを再生するデータ再生手段とを備え、(ii)記録装置として、前記誘電体材料に前記データを記録する探針と、前記データに対応した記録信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号を前記探針に印加する印加手段とを備え、且つ、前記探針に対し、記録時と再生時の印加電圧を切り替える切り替え手段を備える。

#### 【0020】

本発明の誘電体記録再生装置によれば、記録装置としては誘電体材料にデータを記録するために、探針にデータに対応した電圧を印加し、その印加電圧による電界により誘電体材料の探針直下の領域を所定の方に分極させてデータを記録する。一方、再生装置としては誘電体材料に記録したデータを再生するための探針に、参照用の交流信号を印加する。データ再生手段として探針直下の分極状態に対応する容量とインダクタとで形成される共振回路によるFM変調された発振信号をFM復調し、復調された信号の位相情報に基づいて再生する。尚、探針及び交流信号発生手段は記録、再生に共用されるものであり、記録、再生における探針への印加電圧は切り替え手段によって行われる。尚、記録、再生におけるその他の作用効果は上述した記録時、再生時の作用効果と同様である。

#### 【0021】

本発明の誘電体再生装置、誘電体記録装置及び誘電体記録再生装置の一態様として、前記データ再生手段は、前記交流信号と前記復調手段により復調された信号との位相差に基づいてデータ再生を行う。

#### 【0022】

この態様によれば、データ再生に適用するPSK復調の一例であって、FM復調された交流信号成分は分極ドメインの正負によって、位相が $\pi$ だけ異なる状態になる。従って、元となる交流信号発生手段からの交流信号とFM復調された交流信号成分の位相を比較することでデータを再生することができる。位相の比較を行うことで再生ができるので、ロックインアンプ等を用いた同期検波に比べて高速の再生が可能となる。また、回路規模も小さくなり、ヘッドの集積化も可能である。

**【0023】**

本発明の誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置の他の態様として、前記データ再生手段は、前記復調手段により復調された相前後する二つのデータの位相を比較してデータ再生を行う。

**【0024】**

この態様によれば、データ再生に適用する P S K 復調の一例である遅延検波方式であって、一つのデータサイクル毎に、相前後する二つのデータの位相を順次比較し、相前後した二つのデータ間に位相の相違がなければ二つのデータは同じものと判断され、位相の相違があれば二つのデータは異なるものと判断する。位相の比較を行うことで再生ができるので、高速の再生が可能となる。また、回路規模も小さくなり、ヘッドの集積化も可能である。

**【0025】**

本発明の誘電体記録再生装置の一態様として、前記切り替え手段は、前記探針に前記記録時には前記データを印加し、一方再生時には前記交流信号を印加する切り替えを行う。

**【0026】**

この態様によれば、記録時はデータが探針に印加され、再生時は交流信号が探針に印加される。再生時において F M 復調された交流信号成分の位相情報に基づいて高速でデータの再生を行うことができる。

**【0027】**

本発明の誘電体記録再生装置の他の態様として、当該誘電体記録再生装置は前記探針に前記交流信号を重畳する構成を備え、前記切り替え手段は、前記探針に前記記録時には前記データと前記交流信号を印加し、一方再生時には前記交流信号を印加する切り替えを行う。

**【0028】**

この態様によれば、記録時はデータとこのデータに重畳された交流信号が探針に印加され、再生時は交流信号のみが探針に印加される。記録時はデータを記録すると共に F M 復調された交流信号成分の位相情報に基づいて、記録中のデータを再生し記録状態を確認することができる。また再生時において F M 復調された交流信号成分の位相情報に基づいて高速でデータの再生を行うことが可能となる。

**【0029】**

尚、以上に説明した誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置において、電界を印加する電極の形状としては、針状のものや、カンチレバー状等のものが具体的な構造として知られる。これらの形状を有する電極を総称して本願では適宜「探針」と記す。

**【0030】**

また、誘電体材料として、例えば強誘電体である  $\text{LiTaO}_3$  を用い、分極の+面と一面が 180 度のドメインの関係である  $\text{LiTaO}_3$  の Z 面に対して記録が行われる。他の誘電体材料を用いても良いことは当然である。

**【0031】**

更に、本発明の誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置は走査型非線形誘電体測定法に基づき、前記誘電体記録媒体に情報を記録し、再生する方法を用いる。S N D M 技術に関しては本願発明者の長康雄により、応用物理第 67 巻、第 3 号、p 327 (1998) に詳しく紹介されている。即ち、誘電体上を探針が走査し、誘電体の分極状態を検出するものであって、その分極方向に対応した容量が検出され、記録されたデータに対応する。また、探針から誘電体、或いは誘電体に形成した下部電極から探針に電界を印加し分極を所定の方角とすることでデータの記録が行われる。極めて高密度の記録が可能となる。

**【0032】**

このような S N D M 技術を適用した本発明の誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置における再生原理について、補足的に説明する。データは、誘電体材料に



、誘電体材料（強誘電体材料）の分極方向として記録されている。誘電体材料の非線形誘電率は、誘電体材料の分極方向がプラスであるかマイナスであるかによって変化する。誘電体材料の非線形誘電率の変化は、誘電体材料に交番電界を印加した状態で誘電体材料の微分容量の変化を検出することによって計測することができる。例えば、分極方向がプラスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が小さくなる。一方、分極方向がマイナスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が大きくなる。したがって、交番電界を印加したときの微分容量の変化を示す信号を生成すれば、この信号の位相は、分極方向がプラスのときとマイナスのときとで、 $\pi$  異なることになる。よって、この信号の位相の相違を検出することにより、分極方向のプラス・マイナスを知ることができ、誘電体材料に記録されたデータの再生を実現することができる。

#### 【0033】

より具体的に説明すると、交流信号発生手段は、交流信号を生成し、これを誘電体材料に印加する。これにより、誘電体材料内に交番電界が形成される。この交番電界の強度は、誘電体材料の抗電界よりも小さい。また、交番電界（交流信号）の周波数は、後述する発振手段の発振周波数よりも十分に小さく、最大でも発振手段の発振周波数の 1 % 程度の周波数であることが望ましく、例えば、5 kHz 程度であることが望ましい。

#### 【0034】

誘電体材料内の交番電界の周期的な変化に伴い、誘電体材料の容量も周期的に変化する。誘電体材料の容量は、誘電体材料の非線形誘電率に対応するため、非線形的に変化する。しかも、このときの誘電体材料の微分容量の変化は、誘電体材料の分極方向がプラスかマイナスかによって相違する。すなわち、上述したように、分極方向がプラスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が小さくなり、分極方向がマイナスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が大きくなる。

#### 【0035】

このような状態の下で、探針は、データに対応して形成された誘電体材料の分極状態の相違に対応して相違する誘電体材料の容量を検出する。そして、発振手段は、探針を介して検出された誘電体材料の容量によって周波数変調された信号を生成し、この信号を発振信号として出力する。この発振信号は、交番電界によって周期的に変化する誘電体材料の容量によって周波数変調されている。ここで、発振信号の周波数は交番電界の周波数と比較して十分に高く、例えば 10 MHz から 10 GHz 程度（さらに一例をあげれば 1 GHz 程度）であることが望ましく、また、発振信号の振幅は、交番電界の変化幅と比較して十分に小さいことが望ましい。この場合、発振信号は、交番電界の変化に伴う誘電体材料の微分容量の変化を示す成分を含むものとなる。

#### 【0036】

復調手段は、この発振信号を、例えば FM 復調する。復調手段により復調された信号は、交番電界の変化に伴う誘電体材料の微分容量の変化に対応して、その振幅が変化する信号となる。上述したように、誘電体材料の分極方向がプラスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が小さくなり、分極方向がマイナスの場合には、交番電界の増加に伴って、微分容量が大きくなる。それゆえ、復調手段により復調された信号は、誘電体材料の分極方向がプラスかマイナスかによって、その位相が 180 度 ( $\pi$ ) ずれる。

#### 【0037】

データ再生手段は、復調手段により復調された信号の、このような位相情報に基づいて、誘電体材料の分極方向を認識し、データを再生する。例えば、交流信号と、復調手段により復調された信号とを比較して、その位相差に基づいて、誘電体材料の分極方向を認識し、データを再生してもよい。または、復調手段により復調された信号中の相前後する 2 つのサイクルを比較して、両サイクル間の位相差に基づいて誘電体材料の分極方向を認識し、データを再生してもよい。

#### 【0038】

このように、信号の位相差に基づいてデータの再生を実現できるので、ロックインアンプを利用して位相検波を行う場合と比較して、データの再生処理が高速になる。また、シ

ンプルな回路によってかかるデータの再生処理を実現することが可能となるので、本発明の誘電体再生装置、誘電体記録装置または誘電体記録再生装置のすべてまたはほとんどの構成要素を小型のヘッド内に組み込むことが可能となる。

#### 【0039】

本発明のこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施例から明らかにされる。

#### 【実施例】

#### 【0040】

(誘電体再生装置の実施例)

本発明に係わる誘電体再生装置の実施例について、図1～図6を参照して説明する。ここで、図1は本発明に係わる誘電体再生装置の実施例の構成を示す図である。また、図2は誘電体記録媒体の例を示す図であり、図3は誘電体に対する情報の記録再生について説明するための図である。また、図4はPSK復調における分極状態とFM復調信号と参照信号との関係を示す図であり、図5及び図6は位相情報に基づくデータ再生の形態を示す図である。

#### 【0041】

図1に示すように本実施例に係わる誘電体再生装置1は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対向して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料17に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、探針11に印加する交流信号を発生する交流信号発生部32と、探針11の直下の誘電体材料17が有する分極状態に対応した容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを再生するPSK復調器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部35等を備えて構成される。

#### 【0042】

探針11は、導電性の部材、或いは絶縁性部材に導電性膜を被覆したものであり、誘電体材料17に対向する先端部は所定の半径を有する球状である。この半径は誘電体材料17に記録データに対応して形成される分極の半径を決める大きな要素であり、10nmオーダーの極めて小さいものである。

#### 【0043】

リターン電極12は、探針11から誘電体材料に印加した高周波電界が戻る電極であって、探針11を取り巻くように設けられている。尚、高周波電界が抵抗なくリターン電極12に戻るものであれば、その形状や配置は任意に設定が可能である。

#### 【0044】

インダクタLは、探針11とリターン電極12との間に設けられていて、例えばマイクロストリップラインで形成される。インダクタLと容量Csとで共振回路が構成される。この共振周波数 $f = 1 / 2\pi\sqrt{LCs}$ は例えば1GHz程度になるようにインダクタLのインダクタンスが決定される。

#### 【0045】

発振器13は、インダクタLと容量Csとで決定される周波数で発振する発振器である。その発振周波数は容量Csの変化に対応して変化するものであり、従って記録されているデータに対応した分極領域によって決定される容量Csの変化に対応してFM変調が行われる。このFM変調を復調することで記録されているデータを読み取ることができる。

#### 【0046】

誘電体記録媒体20は基板15上に電極16が形成され、その上に誘電体材料17が設けられている。誘電体材料として、例えば強誘電体であるLiTaO<sub>3</sub>等が用いられる。また、誘電体記録媒体20の形状として、例えばディスク形態やカード形態等がある。探針11との相対的な位置の移動は媒体の回転によって行われ、或いは探針11と媒体のいずれか一方が直線的に移動して行われる。

#### 【0047】

探針 11 は誘電体材料 17 に接触、若しくは微小の空間を有して対向していて、探針 11 の先端部の半径に対応して誘電体材料 17 にはデータに対応した分極領域が形成されている。再生時には探針 11 の先端部の誘電体材料 17 に分極に対応した容量  $C_s$  がインダクタンス  $L$  との共振回路に加わることで、発振周波数が容量  $C_s$  に依存することになり、この容量  $C_s$  に基づいて FM 変調された発振信号を復調することで図 3 に示す検出電圧が出力され、記録されているデータが再生される。

#### 【0048】

交流信号発生部 32 は、探針 11 と誘電体材料 17 との間に印加する交流信号を生成する。この交流信号が強誘電体材料 17 に印加されることにより、強誘電体材料 17 内に交番電界が形成され、これにより、強誘電体材料 17 の容量  $C_s$  が周期的に変化する。そして、発振器 13 の周波数は、このときの容量  $C_s$  の変化に対応して変化する。また、交流信号発生部 32 により生成された交流信号は、PSK 復調器 34 における PSK 復調処理に用いられる。

#### 【0049】

FM 復調器 33 は、容量  $C_s$  によって変調された発振器 13 の発振周波数を復調し、探針 11 がトレースした部位の分極された状態に対応した波形を復元する。記録されているデータに対応して変調される周波数を FM 復調する。

#### 【0050】

PSK 復調器 34 は、FM 復調器 33 で復調された信号の交流信号成分と印加した交流信号発生部 32 からの交流信号の位相情報から記録されたデータを再生する。FM 復調によって復調された信号は、誘電体材料からなる誘電体記録媒体に記録された正負の分極ドメインに対応して、参照用の交流信号が位相シフトしたものとなり、これらの位相差は理論的に  $\pi$  となる。即ち、正負の分極ドメインにおける微分容量変化は正負の符号が逆の関係になり、周波数変化は正負の分極ドメインとも同じであるが位相は  $\pi$  ずれたものとなる。この位相関係からデータを再生する。

#### 【0051】

トラッキングエラー検出部 35 は、FM 復調器 33 で復調された信号レベルから、装置を制御するためのトラッキングエラー信号を検出する。検出したトラッキングエラー信号がトラッキング機構に入力されて制御がなされる。

#### 【0052】

以上説明したように、本実施例ではデータの再生に交流信号と FM 復調された交流信号成分との位相情報に基づきデータを再生するので、例えばロックインアンプ等の同期検波する方式に比べて高速で再生することが可能となる。また、回路の規模も小さなもので実現でき、小型化、集積化が可能となる。更に探針を複数備えることもできる。この場合、参照用の交流信号は夫々の探針に対して異なるように設定され、また、夫々の信号が干渉しないようにフィルタで分離する必要がある。

#### 【0053】

また、小型化が可能であるため、探針と記録媒体である誘電体材料との相対的な位置の移動は、探針に対する記録媒体の移動、例えば回転移動の他に、記録媒体に対し探針を含めた再生ヘッドを移動する形態、例えば X-Y 平面の直線移動をさせる形態を採用することができる。

#### 【0054】

次に本発明に適用される誘電体記録媒体の一例について説明する。図 2 (a) に示すように誘電体記録媒体 6 はディスク形態の誘電体記録媒体であって、例えばセンターホール 10 と、センターホール 10 と同心円状に内側から内周エリア 7、記録エリア 8、外周エリア 9 を備えている。センターホール 10 はスピンドルモータに装着する場合等に用いられる。

#### 【0055】

記録エリア 8 はデータを記録する領域であって、トラックやトラック間のスペースを有し、また、トラックやスペースには記録再生にかかわる制御情報を記録するエリアが設け

られている。また、内周エリア7及び外周エリア8は誘電体記録媒体6の内周位置及び外周位置を認識するために用いられると共に、記録するデータに関する情報、例えばタイトルやそのアドレス、記録時間、記録容量等を記録する領域としても使用可能である。尚、上述した構成はその一例であって、カード形態等、他の構成を採ることも可能である。

#### 【0056】

また、図2(b)に示すように誘電体記録媒体6は、基板15の上に電極16が、また、電極16の上に誘電体材料17が積層されて形成されている。

#### 【0057】

基板15は例えばSiであり、その強固さと化学的安定性、加工性等において好適な材料である。電極16は記録再生ヘッドの探針との間で電界を発生させるためのもので、誘電体材料17に抗電界以上の電界を印加することで分極方向が決定される。データに対応して分極方向を定めることにより記録が行われる。尚、探針とは記録再生ヘッドに設けられた、誘電体材料17に電界を印加する電極であって、例えば針状のものやカンチレバー状等のものが具体的な形状として知られる。

#### 【0058】

誘電体材料17は、例えば強誘電体である $\text{LiTaO}_3$ を用い、分極の+面と一面が $180^\circ$ のドメインの関係である $\text{LiTaO}_3$ のZ面に対して記録が行われる。他の誘電体材料を用いても良いことは当然である。

#### 【0059】

上述した誘電体記録媒体6に対する記録再生の原理は図3に示すように、誘電体記録媒体20は基板15の上に電極16が、また電極16の上に誘電体材料17が設けられていて、誘電体材料17は分極の方向によって記録データと対応付けられる。

#### 【0060】

探針11と電極16の間に誘電体材料17の抗電界以上の電界が印加され、印加電界の方向に対応した方向を有して誘電体材料17は分極する。その分極方向がデータに対応する。再生は分極状態に対応した容量 $C_s$ を検出することで行われる。即ち、容量 $C_s$ が係わる発振周波数の変化を検出することでデータの再生が行われる。リターン電極12は、探針11から誘電体材料17に印加した電界が戻る電極であって、探針11を取り巻くように設けられている。尚、リターン電極12は探針11からの電界が抵抗なく戻る形状、配置であれば何れの形態でも良い。

#### 【0061】

次に、PSK復調について図4～図6を参照して説明する。まず、図4(a)は誘電体材料17に+方向の分極P(+)と-方向の分極P(-)の分極ドメインがデータに対応して形成されているとする。また、探針11が走査している状態で参照用の交流信号が図4(b)に示す状態であるとする、FM復調された交流信号成分は図4(c)に示すように、分極ドメインの(+), (-)によって周波数は同一であるが位相が $\pi$ だけ異なった信号として検出される。従ってこの位相差に基づいて分極ドメイン方向、即ち記録されているデータを再生することが可能となる。

#### 【0062】

図5はPSK復調の一例であって、位相比較器21によって参照信号(交流信号発生部32の交流信号)と再生信号(FM復調された交流信号成分)の位相が比較され、同相であれば例えばデータ「1」が出力され、逆相であればデータ「0」が出力される。

#### 【0063】

また、図6は遅延検波方式であるPSK復調の例であって、1データ単位に相当するクロックによって遅延回路22で再生信号が遅延される。遅延された再生信号と次の再生信号が位相比較器21によって位相が比較され、これら2つの信号が同相であれば同一データであると判断される。例えば始めのデータが「1」であれば次のデータも「1」であり、「0」であれば「0」となる。一方、逆相であれば異なるデータであると判断され、例えば始めのデータが「1」であれば次のデータは「0」であり、「0」であれば「1」となる。

**【0064】**

上述したように、PSK復調は位相情報に基づいてデータを再生するため、高速の再生が可能となるものである。

**【0065】**

(誘電体記録装置の実施例)

本発明に係わる誘電体記録装置の実施例について、図7を参照して説明する。

**【0066】**

本実施例の誘電体記録装置2は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対向して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、記録すべきデータを変換して記録信号を発生する記録信号入力部31と、探針11に記録信号に重畳して印加する交流信号を発生する交流信号発生部32と、探針11の直下の誘電体材料が有する容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを検出するPSK復調器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部35等を備えて構成される。

**【0067】**

誘電体記録装置2は誘電体記録媒体20に対してデータを記録すると同時に再生を行い、データの記録状態を確認しながら記録動作を行うことが可能となる装置である。記録信号入力部31は、記録すべきデータを記録フォーマットで変換し、また、付随する制御情報を付加し記録信号を生成する。エラー訂正に関する処理や、データ圧縮等の処理も含まれる。この記録信号入力部31で生成された信号と交流信号発生部32の交流信号が重畳され、探針11と誘電体材料17との間に印加されることでデータの記録が行われる。また、再生動作は上述した誘電体再生装置1と同様にPSK復調により行われる。その他の構成要素とその作用、効果は誘電体再生装置1で説明したことと同様であり、それらに関する説明は省略する。

**【0068】**

(誘電体記録再生装置の第一の実施例)

本発明に係わる誘電体記録再生装置の実施例について、図8を参照して説明する。

**【0069】**

誘電体記録再生装置3は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対向して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、記録、再生時に回路接続を切り替えるスイッチ30と、記録すべきデータを変換して記録信号を発生する記録信号入力部31と、探針11に印加する交流信号を発生する交流信号発生部32と、探針11の直下の誘電体材料が有する容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを検出するPSK復調器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部35等を備えて構成される。

**【0070】**

本実施例の誘電体記録再生装置3は、誘電体記録媒体20に対する記録と再生の機能を併せ持つ装置であって、スイッチ30によって記録と再生の回路接続を切り替えると共に、記録時と再生時に交流信号を印加することを特徴とする。この交流信号はPSK復調における位相情報を提供する。その他の構成要素とその作用、効果は誘電体再生装置1及び誘電体記録装置2で説明したことと同様であり、それらに関する説明は省略する。

**【0071】**

まず、記録時には、スイッチ30の端子30aを端子30bに接続し、記録信号入力部31に交流信号発生部32を接続して、記録信号に交流信号を重畳する。これにより探針1

1と誘電体材料17との間に、記録信号と共に交流信号が印加されることになる。

【0072】

また、再生時には、スイッチ30の端子30aを端子30cに接続し、探針11と誘電体材料17との間に交流信号を印加する。この交流信号はPSK復調における位相情報を提供するものであり、高速の再生動作を可能にする。

【0073】

(誘電体記録再生装置の第二の実施例)

本発明に係わる誘電体記録再生装置の実施例について、図9を参照して説明する。

【0074】

誘電体再生装置4は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対向して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、記録、再生時に回路接続を切り替えるスイッチ30と、記録すべきデータを変換して記録信号を発生する記録信号入力部31と、探針11に印加する交流信号を発生する交流信号発生部32と、探針11の直下の誘電体材料が有する容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを検出するPSK復調器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部35等を備えて構成される。

【0075】

本実施例の誘電体記録再生装置4は、誘電体記録媒体20に対する記録と再生の機能を併せ持つ装置であって、スイッチ30によって記録と再生の回路接続を切り替えると共に、再生時に交流信号を探針11と誘電体材料17の間に印加することを特徴とする。その他の構成要素とその作用、効果は誘電体再生装置1及び誘電体記録装置2で説明したことと同様であり、それらに関する説明は省略する。

【0076】

まず、記録時には、スイッチ30の端子30aを端子30bに接続し、記録信号入力部31からの記録信号を探針11と誘電体材料17との間に印加する。一方、再生時にはスイッチ30の端子30aを端子30cに接続し、探針11と誘電体材料17との間に交流信号を印加する。この交流信号はPSK復調における位相情報を提供するものであり、高速の再生動作を可能にする。

【0077】

尚、誘電体記録再生装置3及び誘電体記録再生装置4は、共振回路を構成するインダクタLのインダクタンスが記録信号の周波数成分に対してインダクタンス成分としての影響が少ない場合の回路構成であって、探針11にはリターン電極12及びインダクタLを介して、誘電体材料17との間に電圧が印加される形態である。インダクタンスの影響が大きな場合は次の実施例の構成を採用する。

【0078】

(誘電体記録再生装置の第三の実施例)

本発明に係わる誘電体記録再生装置の実施例について、図10を参照して説明する。本実施例はインダクタLのインダクタンスが記録信号の周波数成分に対して大きな影響を及ぼす場合の例である。

【0079】

誘電体再生装置5は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対向して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、記録、再生時に回路接続を切り替えるスイッチ30及びスイッチ36と、記録すべきデータを変換して記録信号を発生する記録信号入力部31と、探針11に印加する交流信号を発生する交流信号発生部32と、探針11の直下の誘

電体材料が有する容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを検出するPSK復調器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部35等とを備えて構成される。

#### 【0080】

本実施例の誘電体記録再生装置5は、誘電体記録媒体20に対する記録と再生の機能を併せ持つ装置であって、スイッチ30及びスイッチ36によって記録と再生の回路接続を切り替えると共に、再生時に交流信号を探針11と誘電体材料17の間に印加することを特徴とする。その他の構成要素とその作用、効果は誘電体記録装置1及び誘電体再生装置2で説明したことと同様であり、それらに関する説明は省略する。

#### 【0081】

まず、記録時には、スイッチ30の端子30aを端子30bに接続し、また、スイッチ36の端子36aを端子36bに接続して記録信号入力部31からの記録信号を探針11と誘電体材料17との間に印加する。スイッチ36の端子36bは直接探針11に接続されるため、インダクタLのインダクタンスの影響を避けることが可能となる。

#### 【0082】

一方、再生時にはスイッチ30の端子30aを端子30cに接続し、また、スイッチ36の端子36aを端子36cに接続してインダクタLと容量Csとで共振回路を構成させる。探針11と誘電体材料17との間に交流信号を印加することになり、この交流信号はPSK復調における位相情報を提供するものであり、高速の再生動作を可能にする。

#### 【0083】

本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置もまた本発明の技術思想に含まれるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0084】

【図1】 本発明に係わる誘電体再生装置の実施例の構成を示す図である。

【図2】 誘電体記録媒体の例を示す図であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は同図(a)に於けるA-Aの断面図である。

【図3】 誘電体に対する情報の記録再生について説明するための図である。

【図4】 PSK復調における分極状態とFM復調信号と参照信号との関係を示す図である。

【図5】 位相情報に基づくデータ再生の一形態を示す図である。

【図6】 位相情報に基づくデータ再生の一形態を示す図である。

【図7】 本発明に係わる誘電体記録装置の実施例の構成を示す図である。

【図8】 本発明に係わる誘電体記録再生装置の第一の実施例の構成を示す図である。

【図9】 本発明に係わる誘電体記録再生装置の第二の実施例の構成を示す図である。

【図10】 本発明に係わる誘電体記録再生装置の第三の実施例の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

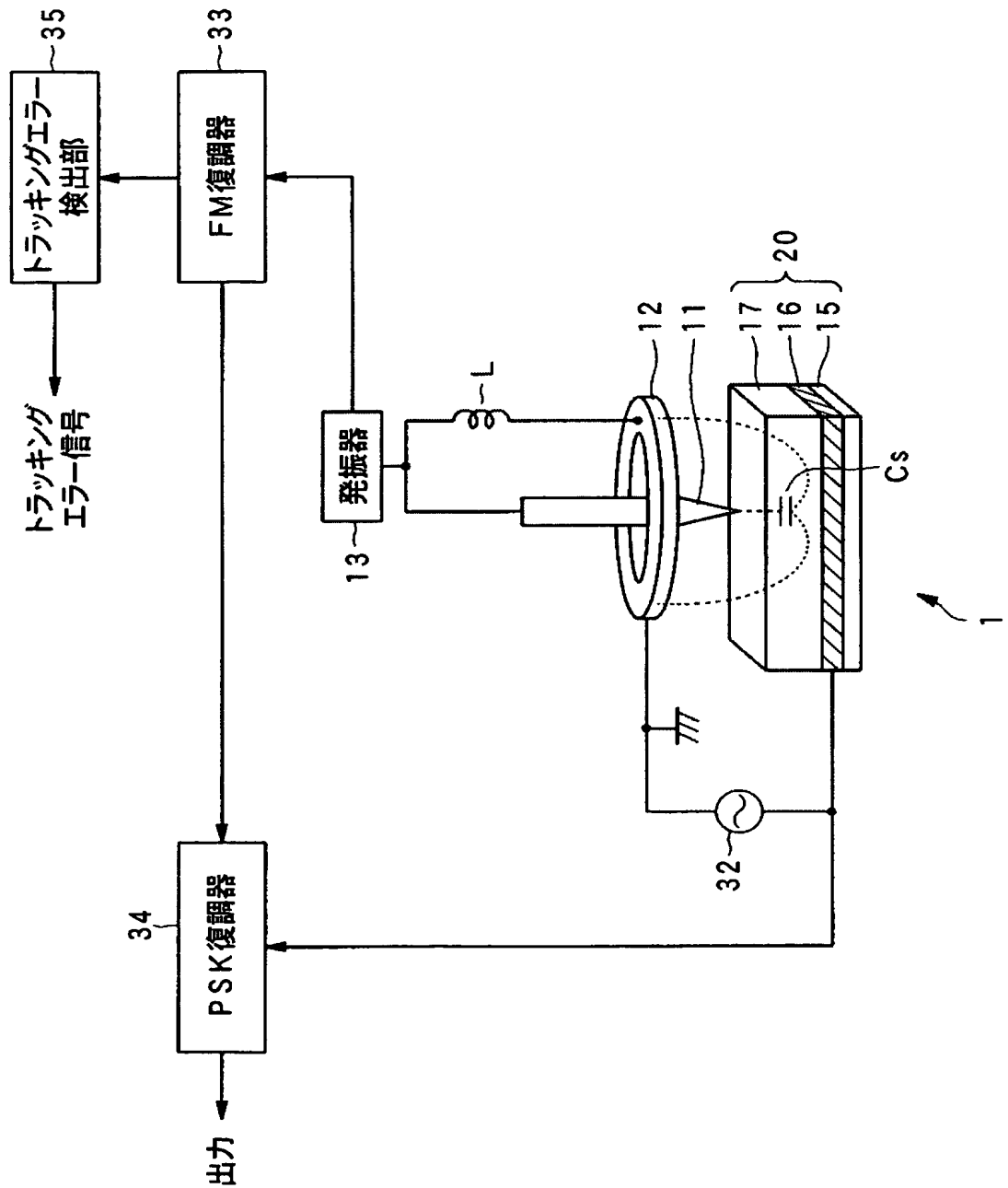
#### 【0085】

- 1・・・誘電体再生装置
- 2・・・誘電体記録装置
- 3、4、5・・・誘電体記録再生装置
- 6・・・誘電体記録媒体
- 11・・・探針
- 12・・・リターン電極
- 13・・・発振器
- 15・・・基板
- 16・・・電極

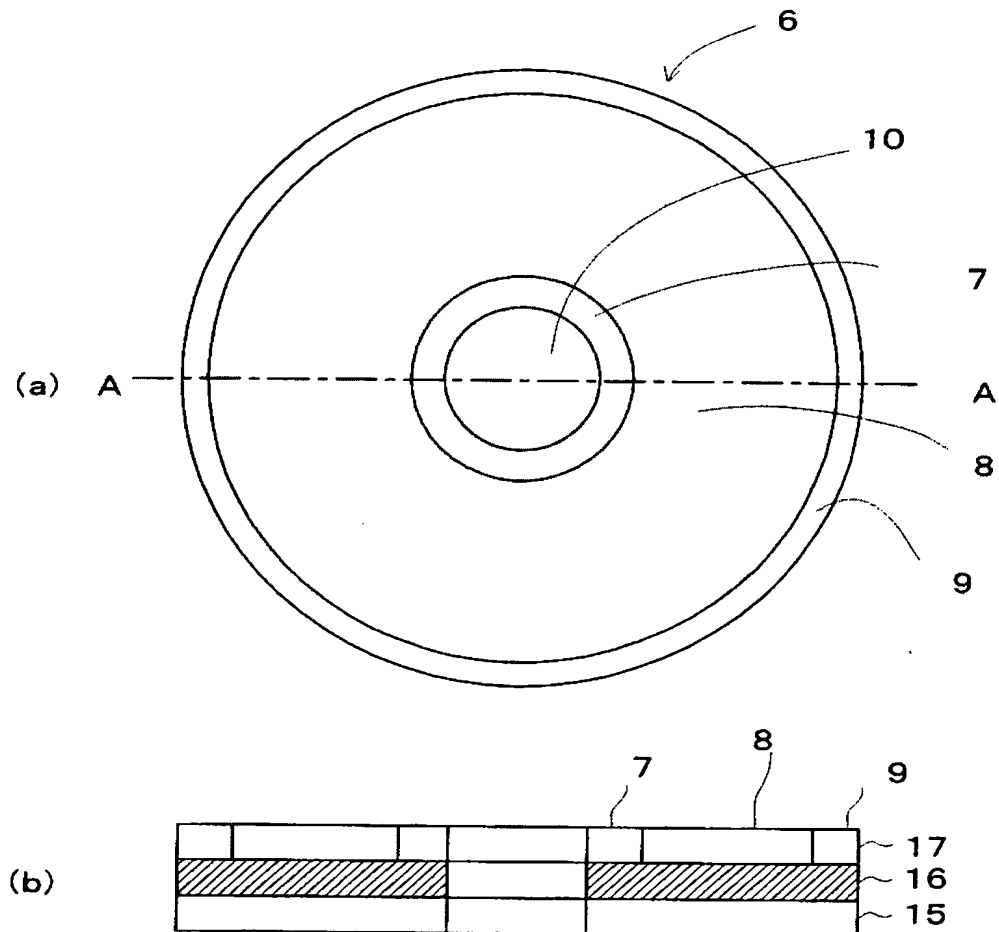
- 1 7 . . . 誘電体材料
- 2 0 . . . 誘電体記録媒体
- 2 1 . . . 位相比較器
- 2 2 . . . 遅延回路
- 3 0、3 6、3 7 . . . スイッチ
- 3 1 . . . 記録信号入力部
- 3 2 . . . 交流信号発生部
- 3 3 . . . FM復調器
- 3 4 . . . P S K復調器
- 3 5 . . . トラッキングエラー検出部



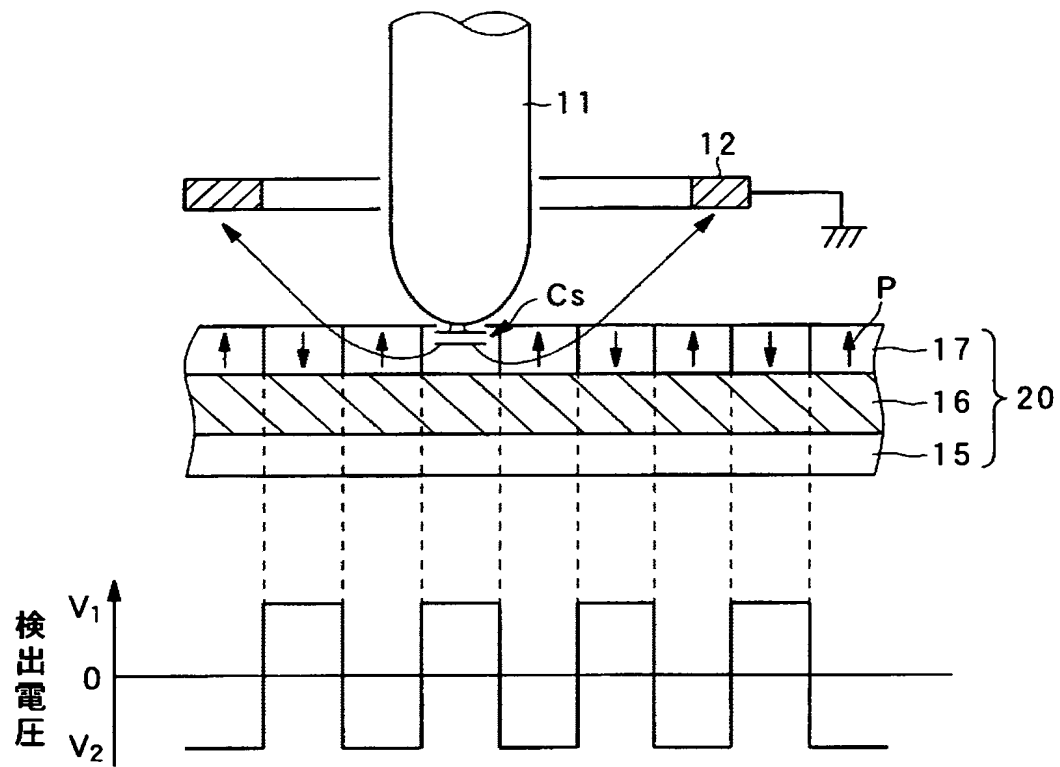
【書類名】 図面  
【図 1】



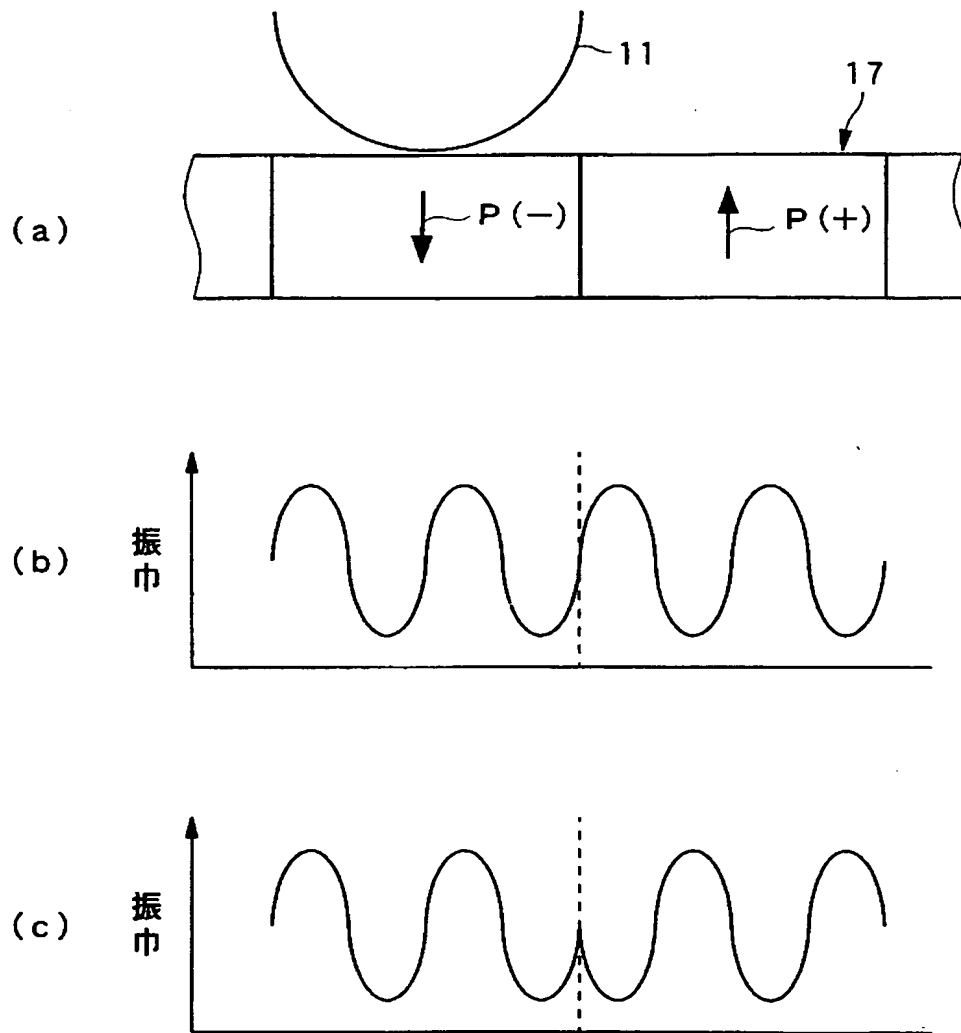
【図 2】



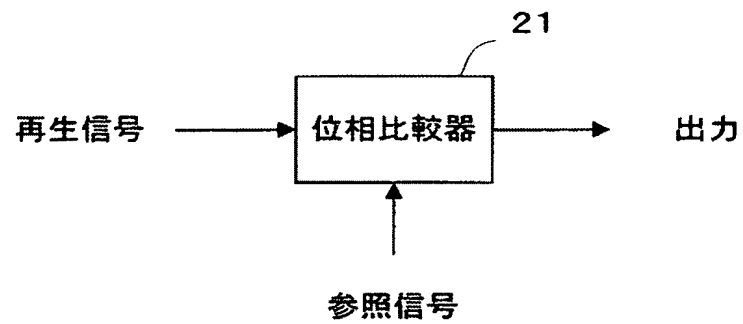
【図 3】



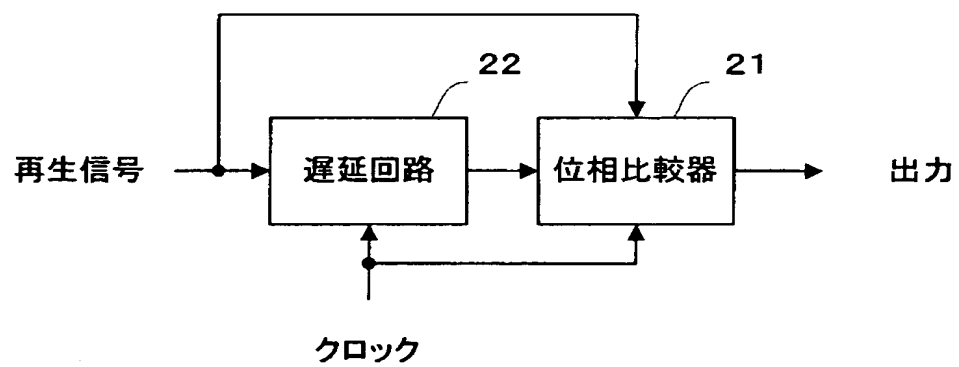
【図 4】



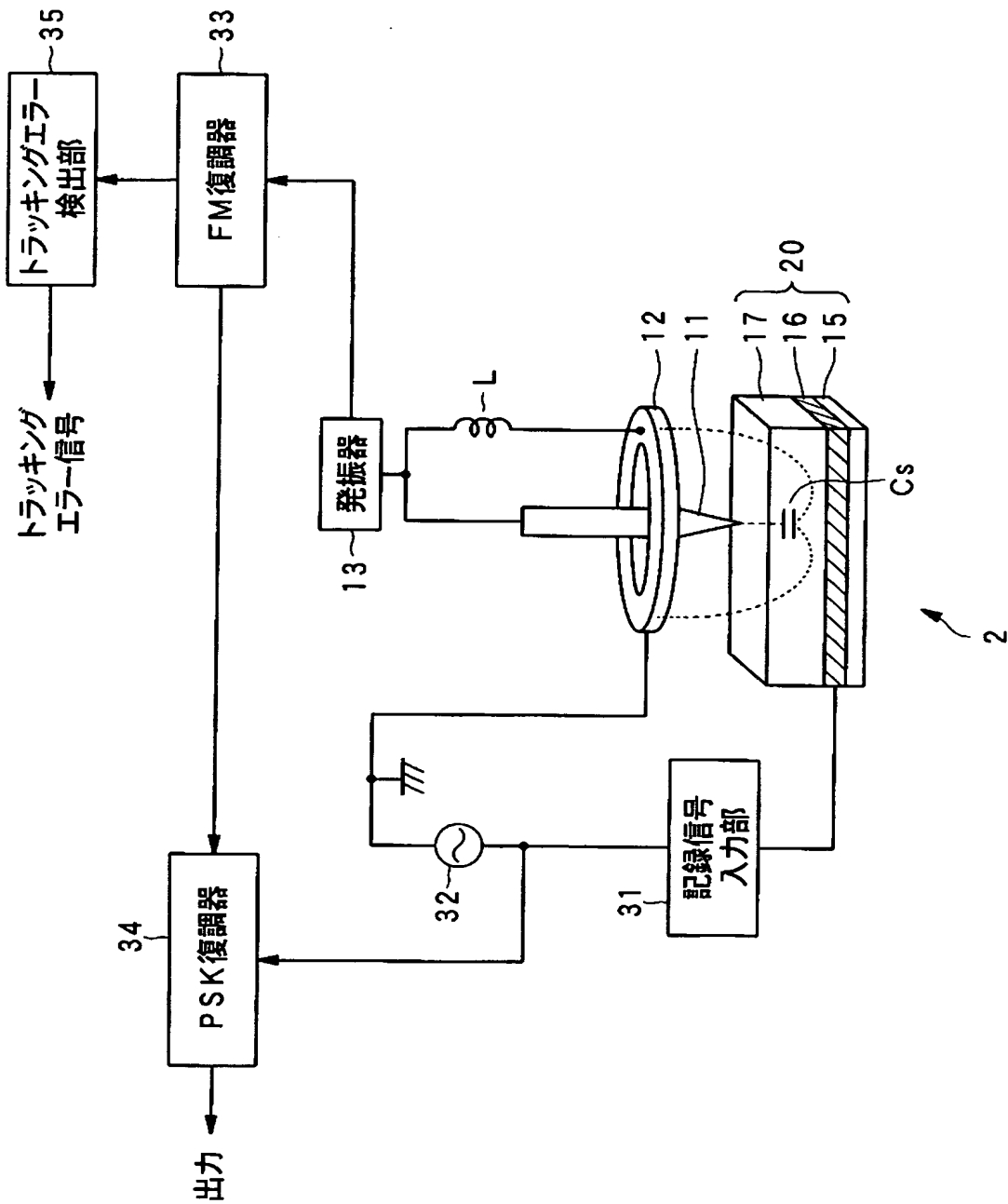
【図 5】



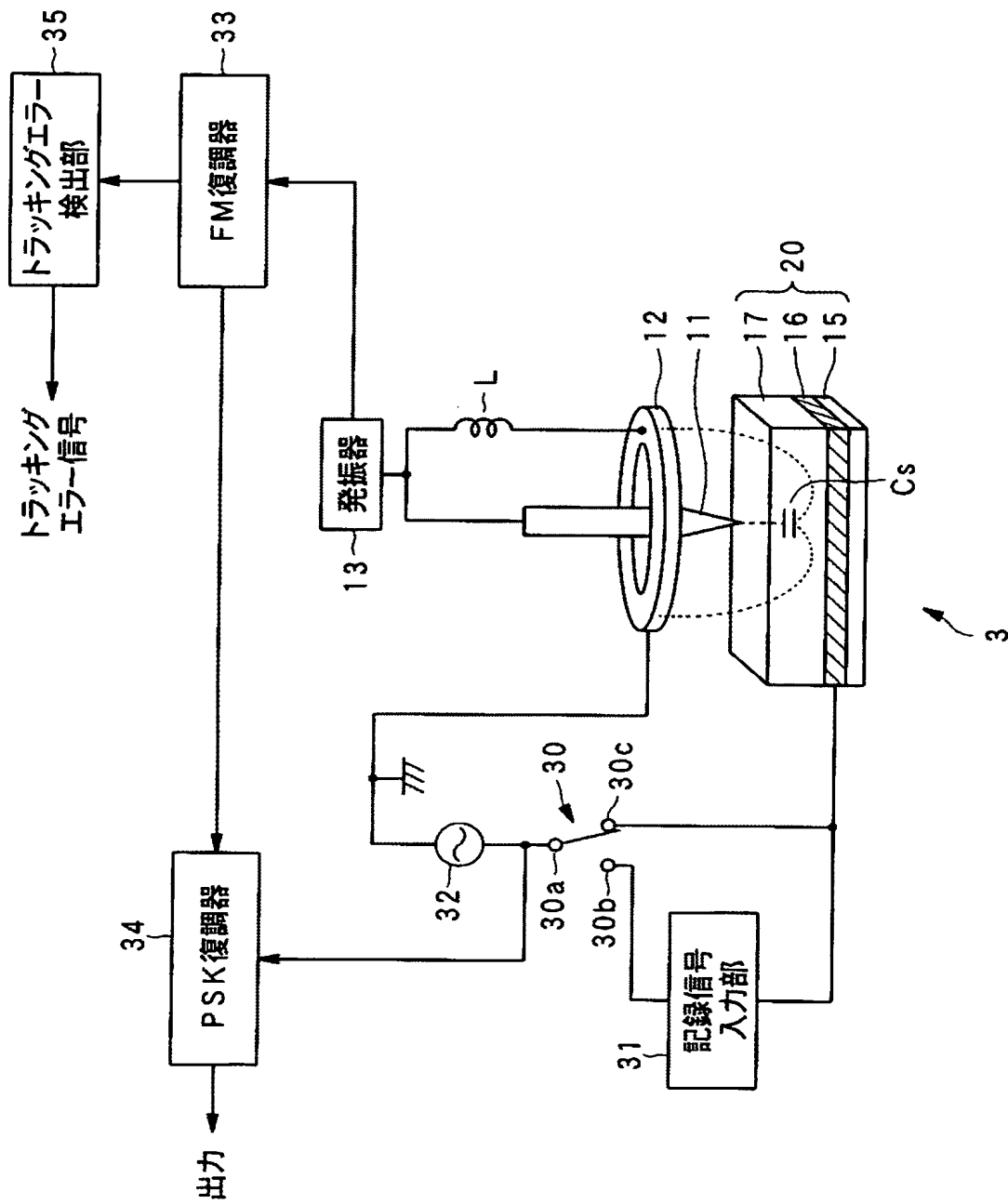
【図 6】



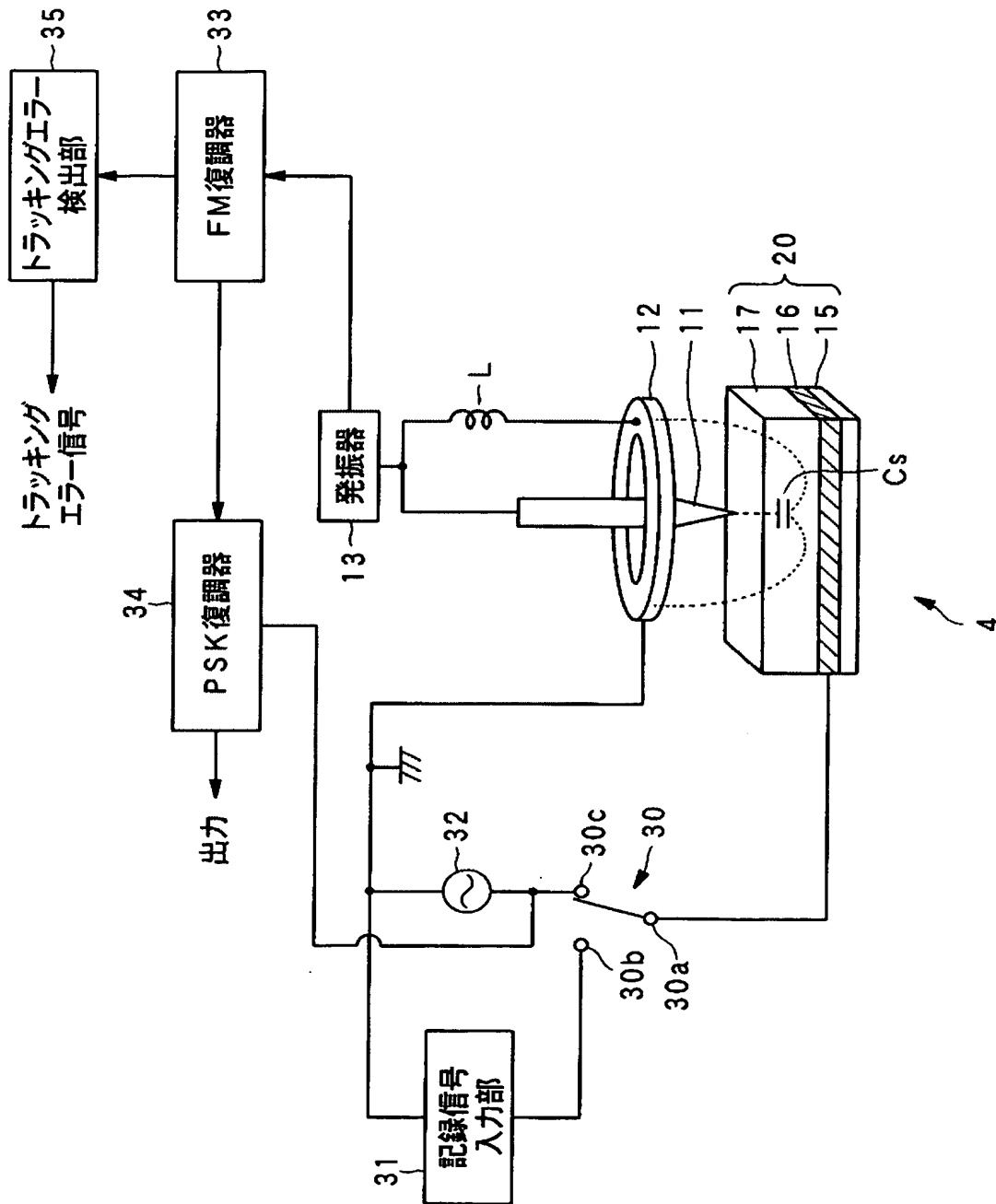
【図 7】



【図 8】

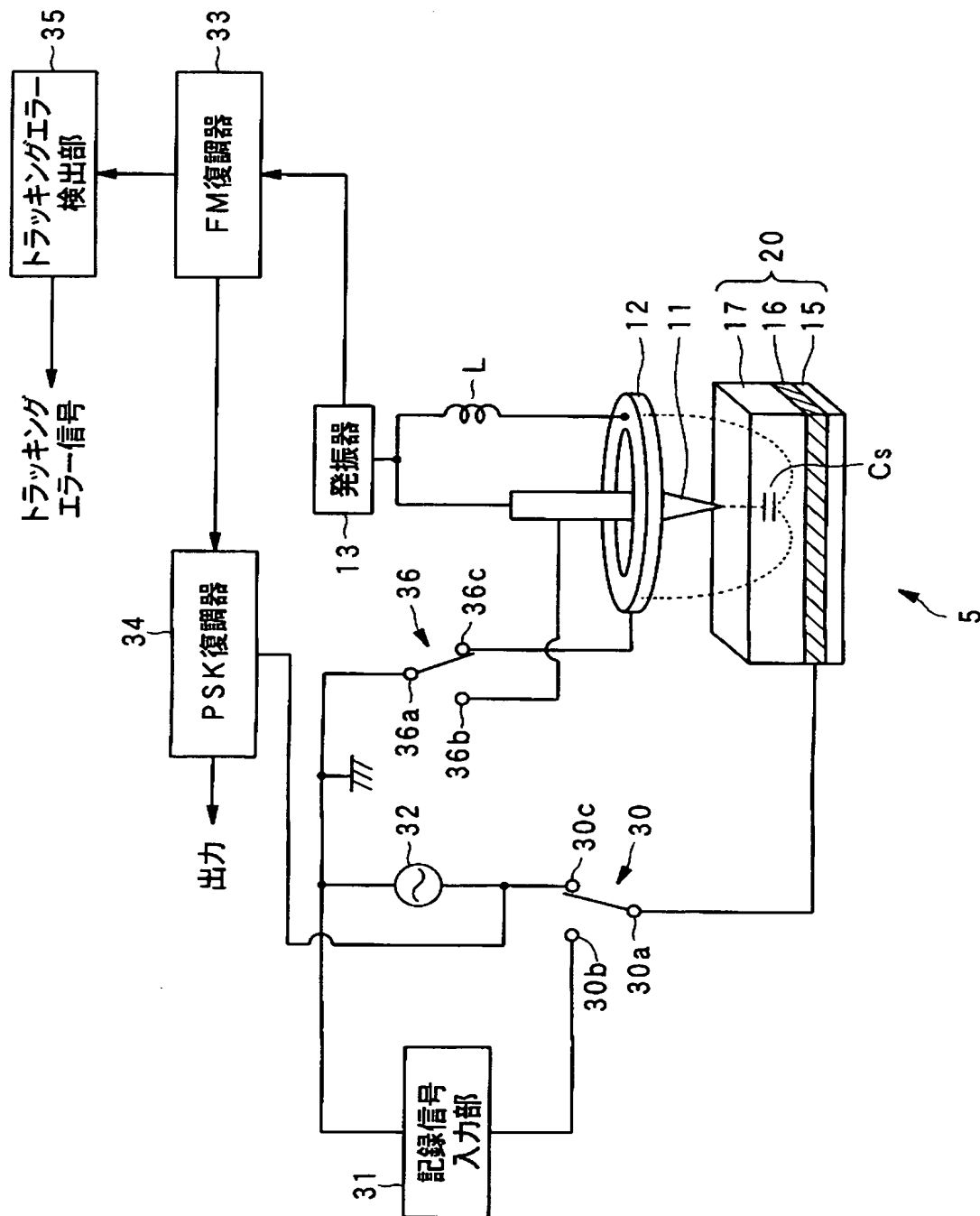


【図 9】





【図 10】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 再生速度が速く、小型で集積化が可能なヘッド構成を有する誘電体記録装置、誘電体再生装置及び誘電体記録再生装置の提供を課題とする。

**【解決手段】** 誘電体記録媒体 2 0 の誘電体材料 1 7 に電界を印加する探針 1 1 と、探針 1 1 から印加された電界が戻るリターン電極 1 2 と、探針 1 1 とリターン電極 1 2 の間に設けられるインダクタ L と、インダクタ L と探針 1 1 の直下の誘電体材料 1 7 に形成される容量 C s とで決まる共振周波数で発振する発振器 1 3 と、探針 1 1 に印加する交流信号を発生する交流信号発生部 3 2 と、探針 1 1 の直下の誘電体材料 1 7 が有する分極状態に対応した容量で変調される F M 変調信号を復調する F M 復調器 3 3 と、復調された信号からデータを検出する P S K 復調器 3 4 を備えて構成される。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 1 1 8 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 0 1 0 7 7 7 6 7 ]

1 . 変更年月日

2 0 0 1 年    2 月 2 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 - 4 - 5 - 3 0 4

氏 名

長 康雄

特願 2 0 0 3 - 3 1 1 8 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 1 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都目黒区目黒 1 丁目 4 番 1 号

氏 名

パイオニア株式会社